

ВІДГУК

офіційного опонента *Белохи Галини Сергіївни*
на дисертаційну роботу *Пісоцького Андрія Валерійовича*
на тему «**Обґрунтування вибору параметрів гібридної сонячно-вітрової системи для підвищення ступеню самоспоживання об'єкта**»,
що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії
в галузі знань 14 «Електрична інженерія»
за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота Пісоцького Андрія Валерійовича присвячена важливій і актуальній темі – підвищенню ступеню самоспоживання локальних об'єктів, електрозабезпечення яких відбувається за рахунок використання гібридних енергетичних систем з відновлюваними джерелами енергії. Це питання є надзвичайно важливим у контексті сучасних тенденцій переходу до відновлювальних джерел енергії, зокрема через зміни клімату та необхідність зниження викидів вуглекислого газу, та використання згенерованої «зеленої» енергії для власного споживання.

Метою дисертаційної роботи є розроблення методу вибору параметрів обладнання підключеної до розподільної мережі сонячно-вітрової гібридної системи та оцінювання ступеню самоспоживання об'єкта для зменшення витрат на електроенергію, що споживається з мережі. Практичне використання результатів роботи сприятиме забезпеченню сталого функціонування локальних об'єктів.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі комп'ютерної інженерії та електромеханіки Київського національного університету технологій та дизайну відповідно до планів науково-дослідних робіт кафедри, що також підтверджує її актуальність.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукові положення, висновки та рекомендації, представлені у дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими. Здобувач провів детальний аналіз існуючих гібридних енергетичних систем та розробив власний підхід до оцінювання їх ефективності. Висновки базуються на результатах аналізу

інформаційних джерел за даною проблемою, використанні сучасних методів дослідження, критичному аналізі отриманих результатів, що підтверджує їх наукову обґрунтованість і практичну цінність.

Під час дослідження застосовано комплекс методів: статистичний аналіз генерації відновлюваних джерел енергії, метод апроксимації для опису характеристик потужності вітрогенератора та аналітичні розрахунки з використанням теорії електричних кіл для визначення сумарної генерації та раціональних параметрів гібридної системи. Це забезпечило високу достовірність результатів. Висновки роботи є вичерпними і чітко відображають результати дослідження.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в наступному:

Вперше встановлено взаємозалежності між параметрами гібридної сонячно-вітрової системи з акумулятором для самоспоживання об'єкта з заданим графіком навантаження, які враховують граничні умови генерації (відсутність вітру або сонячного випромінювання), що дозволяє здійснити коригування потужності обладнання та підвищити ступінь самоспоживання об'єкта.

Удосконалено підхід до визначення середньомісячних значень енергії відновлюваних джерел в гібридній енергетичній системі локального об'єкта, який передбачає використання статистичних даних щодо швидкості вітру та сонячної генерації за багаторічний період в місці розміщення об'єкту, що дозволяє оперативно оцінити генерацію відновлюваних джерел в обраній локації (передмістя Києва) за часовими інтервалами відповідно до графіку навантаження.

Набула подальшого обґрунтування концепція щодо використання в гібридній енергетичній системі локального об'єкта вітрогенератора як додаткового джерела живлення малої потужності, який дозволяє збільшити сумарну генерацію ВДЕ в зимовий період, забезпечуючи зменшення споживання електроенергії з мережі до бажаного рівня.

Практична цінність результатів роботи.

Розроблені рекомендації щодо формування стану заряду АКБ, спрямовані на мінімізацію заряду у нічний час з одним циклом глибокого розряду на добу, що дозволяє підвищити термін експлуатації АКБ. Складений

алгоритм розрахунку параметрів мережевої гібридної сонячно-вітрової системи з акумулятором з оцінкою показників ефективності функціонування системи, на основі якого розроблене програмне забезпечення у вигляді застосунку для персонального комп'ютера.

Результати роботи впроваджено в навчальний процес кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки Київського національного університету технологій та дизайну при викладанні дисциплін «Відновлювальні джерела електроенергії», «Комбіновані системи електроживлення та забезпечення якості електроенергії» на освітньо-науковому рівні та «Інноваційні технології електроенергетики, електротехніки та електромеханіки» на бакалаврському рівні.

Повнота опублікування основних положень дисертації та їх апробація.

Результати дисертаційної роботи опубліковано в 11 наукових працях, включаючи 3 статті у фахових виданнях України та 1 статтю в журналі, що входить до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science Core Collection. Результати роботи пройшли апробацію на міжнародних наукових конференціях. Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Оцінка змісту дисертаційної роботи, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

Дисертація Пісоцького Андрія Валерійовича написана українською мовою. Текст дисертації викладений логічно, лаконічно і послідовно з використанням загальноприйнятої термінології.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, чотирьох додатків.

У **першому розділі** проведено аналіз гібридних енергетичних систем, які широко використовуються на практиці. Розглянуті питання реалізації гібридної сонячно-вітрової системи з АКБ, що працює на власні потреби ЛО без генерації надлишків енергії до мережі. Визначено особливості побудови підключених до мережі систем з відновлюваними джерелами енергії для локальних об'єктів, показано доцільність використання вітрогенератора вертикального типу для забезпечення нічної генерації та вирівнювання

зимової генерації. Обрано базову конфігурацію гібридної системи для досліджень та створено бібліографічну базу даних. Проаналізовано методи оцінювання генерації відновлюваних джерел енергії, обґрунтовано використання архівних даних щодо сонячної радіації та швидкості вітру для визначення потужностей обладнання. Розглянуто методи оптимізації, які використовують техніко-економічні показники для пошуку оптимальної конфігурації гібридної системи.

У **другому розділі** оцінено генерацію відновлюваних джерел у складі гібридної сонячно-вітрової системи для локального об'єкта. Проведено статистичний аналіз вітроенергетичних характеристик, обрано перспективну локацію для встановлення вітрогенератора, визначено основні технічні параметри. Описано характеристику потужності вітрогенератора та оцінено його продуктивність через функцію густини розподілу Вейбула. Оцінено виробництво сонячної енергії фотоелектричною системою та обґрунтовано використання архівних даних для розрахунків параметрів гібридних систем.

У **третьому розділі** визначено показники для кількісної оцінки ефективності гібридних систем для самоспоживання об'єкта. Запропоновано показник зменшення витрат на споживання з мережі, визначено структуру гібридної сонячно-вітрової системи з акумулятором. Розроблено метод розрахунку параметрів обладнання гібридної системи з акумулятором з урахуванням графіку навантаження та коефіцієнту зменшення витрат. Надано рекомендації щодо формування ступеню заряду акумулятора.

У **четвертому розділі** представлено покроковий опис алгоритму розрахунку параметрів мережевої гібридної сонячно-вітрової системи з акумулятором. За розробленим алгоритмом створено програмне забезпечення, яке дозволяє завантажувати вхідні дані, задавати параметри системи, виконувати розрахунки та надавати детальні результати. Програму перевірено на контрольному прикладі, надано рекомендації щодо її вдосконалення.

У висновках узагальнено наукові результати дослідження.

Список використаних джерел досить повний, складається з 102 найменувань і охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації.

У дисертаційній роботі Пісоцького Андрія Валерійовича ознак академічного плагіату не виявлено. Усі використані джерела коректно цитовані, а наукові результати отримані самостійно автором.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Дискусійні положення та зауваження до дисертації.

1. В підрозділі 1.1 проведений аналіз гібридних систем електроживлення з відновлюваними джерелами енергії, узагальнений у вигляді таблиці (Додаток Б), в якій деякі ключові результати потрібно було б описати більш конкретно.

2. У дисертації відсутній критичний аналіз розробленого методу розрахунку параметрів гібридної енергетичної системи у порівнянні з існуючими методами, адже такий аналіз був би корисним для визначення можливих напрямків подальшого удосконалення запропонованого в роботі метода.

3. В дисертаційній роботі розроблено програмне забезпечення для розрахунку параметрів гібридної сонячно-вітрової системи з акумулятором. У той самий час переваги цієї програми перед існуючими, зокрема перед програмою *Numerg*, визначені недостатньо чітко.

4. У дисертації розглянутий лише один приклад використання програмного забезпечення, бажано було б навести декілька прикладів для різних регіонів України з рекомендаціями до вибору параметрів гібридної сонячно-вітрової системи.

5. При формулюванні наукової новизни та практичного значення роботи небажано використовувати скорочення та аббревіатури.

Зазначені зауваження не знижують наукової та практичної значущості виконаної роботи та не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Пісоцького Андрія Валерійовича на тему «Обґрунтування вибору параметрів гібридної сонячно-вітрової системи для підвищення ступеню самоспоживання об'єкта» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі електричної інженерії.

Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Пісоцький Андрій Валерійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Офіційний опонент:

доцент кафедри електропостачання
Національного технічного університету
України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського",
кандидат технічних наук, доцент

